LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,

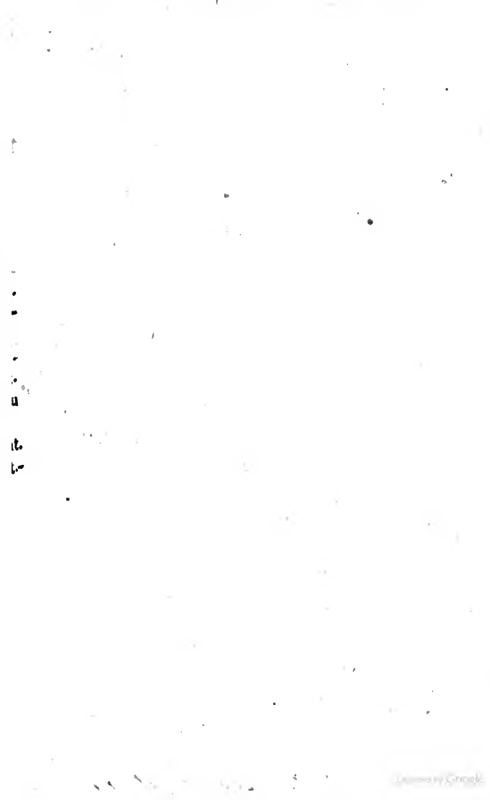
OU

DIALOGUES INSTRUCTIFS

ENTRE UN PERE ET SES ENFANS.

Se trouve

CHEZ
- l'Éditeur, rue de la Sonnerie, N.° 1.
- DEBRAY, Libraire, rue Saint-Honoré, Barrière des Sergens.
- BILLOIS, Lib., Quai des Augustins.
- MONGIE, Lib., Palais du Tribunat.
- MARCHAND, Libraire, Palais du Tribunat.
- FAVRE, Lib., palais du Tribunat.
- PIGOREAU, Lib., Place de St.-Germain-l'Auxerrois.



Frontispice

Dieu dit que Newton soit et la lumiere fut.

Pope Trad. p.r Voltaire

Prix 3 fr

LE NEUTON
DE LA JEUNESSE,

OU

Dialogues instructifs entre un père et ses enfans, sur la Physique, l'Astronomie et la Chimie ;

OUVRAGE

Qui met les lois et les phénomènes de la nature à la portée des conceptions les moins formées et des personnes sans instruction.

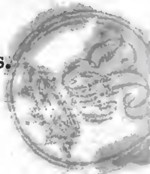
Expliquez de bonne heure à vos enfans les faits naturels qui se passent journellement sous leurs yeux, et vous en ferez des hommes ; indiquez-leur, si vous le savez, la raison pour laquelle un fruit mûr se détache de l'arbre, et vous leur donnerez la clef du système de l'univers WISEMAN.

TRADUCTION DE L'ANGLAIS

Par T. P. BERTIN,

ornée de cinq figures.

TOME I.





A PARIS,

AN XII. — 1804.



LE NEUTON (*) DE LA JEUNESSE,

OU

Dialogues instructifs et amusans entre un père et sa petite famille.

DIALOGUE Ier.

LE PÈRE, CHARLES, EMMA.

CHARLES.

MON papa, vous nous avez dit à ma sœur Emma et à moi,

(*) Neuton s'écrit en anglais *Newton*, mais nous avons préféré de faire répondre l'orthographe de ce nom à la prononciation française.

qu'après que nous aurions fini notre lecture *des Soirées au logis*, vous nous expliqueriez quelques-uns des principes de la physique.

LE PÈRE.

Oui, tu as raison, je suis prêt même à vous tenir parole, et je me ferai, en tout temps, un plaisir de vous communiquer les élémens des connaissances utiles. J'éprouverai la plus grande satisfaction toutes les fois que vous montrerez le désir de recueillir et d'accumuler des faits qui vous mettront à même

d'entendre les opérations de la nature, ainsi que les ouvrages de ces ingénieux physiciens, qui vous conduiront insensiblement à admirer la sagesse et la bonté avec lesquelles tout le système de l'univers est organisé.

EMMA.

Mais la physique peut-elle être entendue par des enfans aussi jeunes que nous? je croyais que cette étude ne convenait qu'à des hommes, et à des hommes faits, même.

LE PÈRE.

La physique est un mot qui,

dans son acception générale, signifie étude de la nature, et vous conviendrez que vous et votre frère vous n'êtes pas trop jeunes pour ne point désirer vous instruire sur un objet aussi important.

EMMA.

Loin de moi cette pensée ! Plus j'acquerrai de notions, et mieux il me semble que je m'en trouverai. Cette foule d'idées, qu'à l'aide de vos lumières j'ai retirées des *Soirées au logis*, et le plaisir que m'ont procuré ces charmans volumes,

m'exciteront, j'en suis sûre, à les relire plusieurs fois.

LE PÈRE.

Vous trouverez dans l'introduction de la physique expérimentale bien peu de choses qui exigeront de vous plus d'attention que la plupart des chapitres de cet ouvrage qui vous a donné tant de satisfaction.

CHARLES.

Mais il y a dans quelques livres de physique une foule de termes nouveaux et peu ordinaires qui m'ont embarrassé;

j'ai vu aussi des renvois à des figures par le moyen de grosses et de petites lettres dont je n'ai pas bien compris l'usage.

LE PÈRE.

C'est souvent une très-dangereuse habitude chez les enfans que de vouloir s'enfoncer dans l'étude de sujets profonds, avant d'y être préparés par des connaissances préliminaires, parce qu'elle leur peut inspirer du dégoût pour les sciences. C'est ainsi que ces livres que vous lisez aujourd'hui avec tant de plaisir, ne vous eussent

pas procuré le moindre agrément il y a quelques années, puisque vous étiez alors obligés d'épeler tous les mots de chaque page. Les personnes qui voudraient lire des ouvrages de science, sans en connaître les principaux termes, éprouveraient le même découragement.

Le mot *angle* revient continuellement dans les sujets de cette espèce; savez-vous ce que c'est qu'un *angle* ?

EMMA.

Je n'en ai qu'une idée confuse; voulez-vous avoir la bonté de m'expliquer ce que c'est.

LE PÈRE.

Un *angle* se compose de l'ouverture de deux lignes droites. Dans cette figure, (*pl.* 1, *fig.* 1.) il y a deux lignes droites AB et CB qui se rencontrent au point B, et l'ouverture faite par ces deux lignes s'appelle un *angle*.

CHARLES.

Que cette ouverture soit grande ou petite, on l'appelle donc toujours un *angle* ?

LE PÈRE.

Sans doute : votre compas à

dessiner peut familiariser votre esprit avec l'idée d'un *angle.* Les lignes de cette figure vous représenteront fort bien les jambes du compas, comme le sommet de l'angle sera très-bien figuré par la charnière sur laquelle elles se meuvent. Ouvrez-en autant que vous voudrez les deux jambes, elles formeront toujours un angle, à moins que vous ne les écartiez assez pour présenter une ligne droite; dans ce cas seul, elles cessent de former un angle. Dans toute autre position, un angle se forme toujours de l'ou-

verture de ses deux jambes, et l'on dit qu'un angle est plus ou moins grand, suivant que cette ouverture est plus ou moins large.

EMMA.

N'y a-t-il pas quelques angles qu'on appelle *angles droits?*

LE PÈRE.

Les angles sont *droits*, *aigus et obtus*. Lorsque la ligne AB (*pl. 1, fig. 2.*) rencontre une autre ligne CD de manière à rendre les angles ABD et ABC égaux, alors ces angles se nomment angles *droits*, et l'on dit

que la ligne AB est *perpendiculaire* à CD. Ainsi être perpendiculaire à une ligne, ou former des angles droits avec une ligne, signifient absolument la même chose.

CHARLES.

Est-il une manière particulière de nommer les lettres d'un angle?

LE PÈRE.

On est dans l'usage de spécifier chaque angle par trois lettres, et celle qui se trouve au point angulaire doit toujours être la lettre qui occupe le mi-

lieu des trois. Il est des cas, cependant, où un angle peut être désigné par une simple lettre. Dans les figures 1 et 3, par exemple, l'angle ABC peut être appelé purement et simplement l'angle B, puisque dans ces figures il n'y a pas à craindre qu'on se trompe, attendu qu'il n'y a qu'un seul angle au point B.

CHARLES.

Je comprends cela ; car, si dans la seconde figure je voulais décrire l'angle par la lettre B seulement, on ne saurait pas si je veux parler de l'angle A BC ou de l'angle ABD.

LE PÈRE.

C'est précisément pour cette raison qu'il est nécessaire, dans la plupart des descriptions, d'employer trois lettres.

Un angle *aigu* (*fig.* 1.) ABC est plus petit qu'un angle droit, et un angle *obtus* (*fig.* 3.) ABC, est plus grand qu'un angle droit.

EMMA.

Tu vois maintenant, Charles, le motif pour lequel on place des lettres à côté des figures, ce qui t'avait si fort embarrassé.

CHARLES.

Je vois que ces lettres sont faites pour désigner la partie de chaque angle et pour en rendre la description plus facile.

EMMA.

Quelle différence y a-t-il, papa, entre un angle et un triangle ?

LE PÈRE.

Comme un angle se forme de l'ouverture de deux lignes, et que vous savez que deux lignes droites ne peuvent renfermer un espace, un triangle

ABC (*pl. 1, fig. 4.*) est un espace fermé par trois lignes droites. Il tire son nom de la propriété qu'il a de contenir trois angles. Il y a différentes sortes de triangles; mais il est inutile ici d'entrer dans ces particularités, attendu que mon intention n'est pas de charger votre mémoire de plus de termes techniques qu'il n'en est besoin.

CHARLES.

Un triangle donc, est un espace ou une figure qui contient trois angles, et qui est terminé par autant de lignes droites?

LE PÈRE.

Cela est juste, et cette description suffira au but que nous nous proposons pour le moment.

DIALOGUE II.

DE LA MATIÈRE.

De la divisibilité de la matière.

LE PÈRE.

Entendez-vous ce que les physiciens disent quand ils se servent de cette expression, *la matière ?*

EMMA.

Est-ce que tout ce que nous voyons et touchons n'est pas composé de matière ?

LE PÈRE.

Tout ce qui frappe nos sens est composé de matière différemment modifiée ou arrangée; mais, en physique, on entend par *matière*, une substance étendue, solide, inactive et immobile.

CHARLES.

Si, par étendue, on entend longueur, largeur et épaisseur, il n'y a pas de doute que la substance ne soit étendue. Sa solidité se manifeste par la résistance qu'elle fait au toucher.

EMMA.

Personne ne niera ses autres propriétés; car tous les objets matériels sont sans mouvement, et cependant il est facile de concevoir qu'avec l'application d'une force convenable, il n'est pas de corps que l'on ne puisse mouvoir. Mais je me rappelle, mon papa, que vous nous avez dit quelque chose d'étrange sur la divisibilité de la matière qui, dites-vous, n'a pas de fin.

LE PÈRE.

Je vous ai parlé effectivement, ces jours derniers, de

cette propriété de la matière, comme d'un sujet curieux et intéressant, et c'est ici le moment convenable de vous en faire l'explication.

CHARLES.

Est-ce que l'on peut diviser la matière à l'infini ? car je crois que c'est là ce qu'on entend par la division sans fin.

LE PÈRE.

Quelque difficile que cela paraisse au premier abord, je crois qu'on peut en prouver la possibilité. Pouvez-vous concevoir, mes enfans, une particule

de matière, si petite qu'elle soit, qui n'ait pas une surface supérieure et une surface inférieure ?

CHARLES.

Certainement toutes les portions de la matière, si faibles qu'elles soient, doivent avoir au moins deux superficies, et je vois de là qu'il s'ensuit qu'elle est divisible.

LE PÈRE.

Votre conséquence est juste; et, quoiqu'il y ait des particules de matière trop faibles pour que nous puissions les diviser, cette impossibilité provient de

l'imperfection de nos instrumens, et ces particules n'en sont pas moins divisibles.

EMMA.

Mais vous devriez, papa, nous donner quelques exemples de l'extrême divisibilité de la matière.

LE PÈRE.

Si l'on fait fondre ensemble un marc d'argent, qui, comme vous savez, contient 5760 grains(*), et un seul grain d'or, l'or se répandra *également* dans la totalité du marc d'ar-

(*) 5760 grains anglais répondent à 4608 grains de France.

gent ; de sorte que, si l'on fait dissoudre ensuite un grain de toute la masse dans un liquide appelé eau forte, l'or tombera au fond. Il est évident, d'après cette expérience, qu'un grain peut se diviser en 5761 parties visibles ; car il n'y a que la 5761e partie d'or contenue dans un seul grain de la masse.

Les batteurs d'or que, vous avez vus travailler dans leurs ateliers, peuvent étendre un grain d'or en une feuille contenant 50 pouces carrés, et cette feuille peut se diviser en 500,000 parties, dont chacune

est visible à l'œil nu, c'est-à-dire, sans le secours de la loupe; et, avec le secours du microscope qui grandit de 100 fois l'aire ou la surface d'un corps, on peut distinguer la 100e partie de ces dernières, c'est-à-dire, que la cinquante-millionnième partie d'un grain d'or s'aperçoit à l'œil, ou qu'un seul grain de ce métal peut se diviser en 50 millions de parties visibles; mais l'or qui couvre la feuille d'argent employée dans ce qu'on appelle galon ou dentelle d'or, s'étend sur une superficie beaucoup plus con-

sidérable, et conserve cependant, si on l'examine au microscope, une apparence uniforme. On a calculé qu'un grain d'or, dans ces circonstances, couvrirait une surface de près de trente toises carrées.

Les divisions *naturelles* de la matière sont encore plus surprenantes. On remarque dans les corps odoriférans, tels que le *camphre*, le *musc* et l'*assafœtida*, une subtilité prodigieuse, de sorte que, quoique ces corps remplissent continuellement de particules odorantes un espace considérable,

elles ne perdent cependant qu'une très-petite partie de leur poids dans un très-grand intervalle de temps.

Ceux qui ont examiné la division de la matière avec les meilleurs verres possibles, et sur l'exactitude desquels on peut compter, assurent qu'il y a plus d'animaux dans la laitance d'une morue, qu'il n'y a d'hommes sur toute la surface de la terre, et qu'un seul grain de sable est plus gros que quatre millions de ces animaux. Si l'on admet donc que ces animaux soient doués de facultés orga-

niques, telles que le cœur, l'estomac, les muscles, les veines, les artères, etc., et qu'ils aient un système complet de fluides en circulation, semblable à celui qui se trouve dans de plus gros animaux, on paraîtra s'approcher de l'idée de la divisibilité infinie de la matière.

« *Il est une foule d'insectes perdus pour l'œil, si prodigieusement petits, que, si l'on en réunissait des millions ensemble, un seul grain de sable pourrait les couvrir; cependant chacun de ces insectes contient, dans son pe-*

tit volume, un cœur qui charie un torrent dans ses veines, des muscles qui font mouvoir ses membres imperceptibles, un cerveau et des nerfs disposés pour le plaisir et pour la peine, des yeux pour apercevoir, un sens pour connaître ce qui lui est bon ou ce qui lui est contraire, pour apercevoir son ennemi. » BAKER.

On a reconnu, par le calcul, qu'une particule de sang de l'un de ces animacules est aussi éloignée de la grosseur d'un globule du diamètre d'un 10e de pouce, que ce globule l'est lui-

même de la grosseur de toute la terre. Si cependant ces particules étaient comparées à celles de la lumière, il est probable que leur volume les surpasserait autant que celui des montagnes excède la grosseur d'un grain de sable.

Je pourrais citer différens autres exemples de la même espèce; mais ceux-ci suffiront, je l'espère, pour vous démontrer en combien de parties imperceptibles la matière est susceptible de se diviser ; et nous terminerons ici notre présent entretien.

DIALOGUE III.

De l'attraction de cohésion.

LE PÈRE.

Eh bien, mes enfans, avez-vous réfléchi à ce qui a fait l'objet de notre dernier entretien ? Vous rappelez-vous les différentes circonstances que je vous ai citées comme des exemples de la division extrême de la matière ?

EMMA.

En vérité, mon papa, les

exemples que vous nous avez fournis ont excité toute ma surprise et toute mon admiration; et cependant, à en juger par le peu d'épaisseur d'une feuille d'or que j'ai vue une fois dans un petit livret de relieur, je crois facilement tout ce que vous nous avez dit sur ce sujet; mais je ne sais comment concevoir l'existence de ce nombre prodigieux de petits animaux dont vous nous avez parlé; et j'ai encore bien plus de peine à m'imaginer que des êtres aussi exigus puissent posséder toutes les propriétés des gros, tels

qu'un cœur, des veines, du sang, etc.

LE PÈRE.

La première belle matinée que nous aurons, je vous ferai voir très-distinctement, à l'aide de mon microscope solaire, la circulation du sang dans une puce que vous prendrez à votre petite carline ; et, avec de meilleurs verres que ceux que je possède, les mêmes organes pourraient être aperçus dans des animaux beaucoup plus petits encore que la puce, peut-être même dans

ceux qui sont invisibles à l'œil nu. Mais nous converserons plus longuement sur cette matière, lorsque nous viendrons à considérer le sujet de l'optique, ainsi que la construction et l'usage du microscope solaire. Nous allons, pour le moment, porter notre attention sur ce principe existant dans la nature, que les physiciens se sont accordés à qualifier de *gravité* ou d'*attraction*.

CHARLES.

S'il n'existe pas plus de difficulté dans l'étude de la phy-

sique, qu'il n'y en avait dans notre dernière leçon, je suis persuadé que nous serons bientôt à même de l'entendre. N'y a-t-il pas, mon papa, des espèces différentes d'attractions ?

LE PÈRE.

Oui, il y en à plusieurs; mais, pour l'instant, il suffira d'en décrire deux ; l'une est l'*attraction de cohésion*, l'autre celle *de gravitation*. L'attraction de cohésion est cette puissance qui tient les parties des corps unies lorsqu'elles se touchent, et qui les empêche

de se séparer, ou qui dispose les parties des corps à se réunir, lorsqu'elles sont placées suffisamment près les unes des autres.

CHARLES.

C'est donc par l'attraction de cohésion que les parties du bois de cette table, ou de ce canif, tiennent ensemble?

LE PÈRE.

Les exemples que vous venez de chosir sont très-bien adaptés à ma définition; mais vous eussiez pu dire la même chose de toutes les autres subs-

tances solides qui sont dans la chambre; et c'est en proportion des différens degrés d'attraction dont différentes substances sont affectées, que certains corps sont durs, d'autres tendres, coriaces, etc. Un philosophe hollandais, nommé *Musschenbroeck*, a pris, il y a environ un siècle, une peine infinie pour déterminer les différens degrés de cohésion qui appartenaient aux différentes espèces de bois, de métaux et d'autres substances. Vous trouverez, dans la seconde édition de l'Histoire naturelle du doc-

teur *Enfield*, un détail succinct des expériences qu'il a faites à ce sujet.

CHARLES.

Vous m'avez une fois montré deux balles de plomb, dont on avait un peu limé la surface, et qui s'attachaient l'une à l'autre avec une grande force. Vous appelez cela, je pense, l'attraction de cohésion ?

LE PÈRE.

Cela est vrai ; quelques physiciens, qui ont fait, à ce sujet, des expériences avec beaucoup de précision et d'exactitude,

assurent que, si les surfaces planes de la balle de plomb qui sont appliquées l'une contre l'autre, n'ont pas plus de trois lignes de diamètre, et qu'elles soient fortement pressées avec un cordon que l'on retire ensuite, il faudra un poids de plus de cent livres pour les séparer.

Comme c'est par cette espèce d'attraction que les parties des corps tiennent ensemble, il s'ensuit que, lorsqu'une substance solide est brisée, c'est seulement parce que le choc qu'elle a éprouvé a triomphé de l'at-

traction de cohésiondans cette partie.

EMMA.

Ainsi donc, papa, lorsque, ce matin à déjeûné, j'ai eu le malheur de laisser échapper de mes mains ma soucoupe, ce qui est cause qu'elle s'est brisée en morceaux, c'est donc que l'attraction de cohésion a été vaincue par la séparation des parties de cette soucoupe, que sa chute sur le carreau a occasionnée?

LE PÈRE.

Sans contredit; car, soit que vous brisiez une tasse de por-

celainc, que vous coupiez une baguette avec votre canif, ou que vous fassiez fondre du plomb sur le feu, comme cela arrive quelquefois à votre frère pour mettre à sa ligne, dans ces circonstances et dans mille autres pareilles qui se rencontrent journellement, l'attraction de cohésion est obligée de céder à la chute de l'objet, au tranchant du canif, ou au feu.

EMMA.

Comme maman fait un grand cas de cette soucoupe, elle a pris toutes les peines possibles

pour en réunir les morceaux avec du blanc de céruse; cette réunion, mon papa, s'est-elle faite aussi par l'attraction de cohésion ?

LE PÈRE.

Certainement, ma chère, et tu reconnaîtras, par la suite, qu'une infinité d'opérations relatives à la cuisson des alimens, ne sont, au vrai, que des méthodes différentes de faire que cette attraction ait lieu. Ainsi la farine n'a d'elle-même qu'une très-petite quantité de ce principe; mais, lorsqu'on la mêle avec du lait ou avec d'au-

tres liquides, jusqu'à ce qu'on lui ait fait prendre une consistance convenable, les parties adhèrent fortement ensemble, et cette cohésion, dans beaucoup de cas, devient encore plus forte par le moyen de la chaleur qu'on y applique pour la faire cuire.

CHARLES.

Vous me faites souvenir, papa, de la fable de l'homme qui soufflait le froid et le chaud; car, dans l'exemple du *plomb fondu*, le feu triomphe de l'attraction de cohésion; et la mê-

me puissance, c'est-à-dire la chaleur, lorsqu'elle est appliquée aux œufs, au lait, au pain, etc., fait adhérer plus puissamment ensemble leurs parties constituantes. Comment pourrons-nous comprendre cette différence dans les effets?

LE PÈRE.

Je vais tâcher de vous le faire entendre. La chaleur dilate tous les corps sans aucune exception quelconque, comme nous le verrons avant la fin de nos leçons. Le feu donc, appliqué aux métaux pour les mettre en

fusion, cause dans leurs parties intégrantes une telle expansion, que ces mêmes parties sont jetées hors de la sphère ou de la portée de leur mutuelle attraction, tandis que la chaleur communiquée dans les opérations de la cuisson, suffit pour mettre en expansion les particules de la farine, mais n'est pas assez forte pour vaincre l'attraction de cohésion. Outre cela, votre maman vous dira que l'ébullition désunirait bientôt les parties de ses *poudings* (*), si elle ne pre-

(*) Mets anglais composé de farine, de

nait pas la précaution de les renfermer dans une serviette, en ne leur laissant que la place nécessaire pour se gonfler sans avoir la liberté de se rompre; et, du moment qu'on les retire de l'eau, elles perdent leur chaleur surabondante, et prennent une forme solide.

EMMA.

Lorsqu'*Anna*, la cuisinière, fait du bouillon pour mon petit frère, c'est donc la chaleur alors qui triomphe de

lait, d'œufs et de raisins de Corinthe que l'on fait bouillir ensemble dans une serviette.

l'attraction que les particules de la viande ont entr'elles ; car je l'ai vu verser ce bouillon, et la viande était toute en compote ; mais, est-ce que cette même chaleur ne pourrait pas vaincre aussi l'attraction que les parties des os ont entr'elles ?

LE PÈRE.

Le degré de chaleur suffisant pour faire bouillir l'eau ne pourra jamais en triompher ; mais il a été inventé, il y a déjà long-temps, une marmite à cet effet, par un Français, nommé *Papin* ; on l'appelle le *digesteur*

de Papin ; cette marmite porte la chaleur à un degré beaucoup plus fort que celui de l'eau bouillante, et on l'emploie dans les tavernes et dans les familles nombreuses, pour dissoudre les os d'une manière aussi complète, qu'un moindre degré de chaleur dissoudrait une gelée. Quelque jour, je vous ferai voir un dessin de cette machine, et j'expliquerai ses différentes parties qui sont extrêmement simples.

DIALOGUE IV.

De l'attraction de cohésion.

LE PÈRE.

Je vais vous parler maintenant de quelques autres exemples de cette grande loi de la nature. Si l'on applique l'une contre l'autre deux plaques de marbre ou de cuivre polis, après avoir enduit leurs surfaces d'huile pour en remplir les pores, elles adhéreront si fortement l'une contre l'autre, qu'il

faudra une force considérable pour les séparer. Deux gouttes de mercure, placées très-près l'une de l'autre, courront mutuellement à leur rencontre, et se réuniront en un seul globule. Des gouttes d'eau en feront tout autant. Deux boules de liége placées sur l'eau à une distance d'un pouce se précipiteront l'une vers l'autre. Adaptez à l'un des bras d'une balance, au lieu de son plateau, une petite planche de bois très-mince, et faites-la équilibrer avec l'autre plateau; posez-la ensuite à plat sur de l'eau, et

il faudra cinq ou six fois la valeur de son poids pour la séparer de ce liquide.

CHARLES.

Ne m'avez-vous pas dit, papa, que c'était par l'attraction de cohésion que le peu de thé qu'on laisse ordinairement au fond de la tasse, monte avec une sorte d'empressement dans le sucre qu'on y jette ?

LE PÈRE.

L'ascension de l'eau ou des autres liquides dans le sucre, l'éponge et tous les corps poreux, est une espèce de cette at-

traction, et s'appelle *attraction capillaire* (*). Elle tire cette dénomination de la propriété que les tubes d'un très-petit calibre, c'est-à-dire d'un diamètre un peu plus fort que celui d'un cheveu, ont de faire élever l'eau au-dessus de son niveau.

CHARLES.

Est-ce que cette propriété n'est visible que dans les tubes dont les calibres sont aussi petits ?

(*) Du mot latin *capillus* qui veut dire *cheveu*.

LE PÈRE.

Oui; elle est très-apparente dans les tubes dont les diamètres n'ont qu'un 12e de pouce ou environ; mais, plus ce calibre est petit, et plus la hauteur où le fluide s'élève est grande; car il monte, dans tous les cas, jusqu'à ce que la pesanteur de la colonne d'eau dans les tubes balance l'effet de l'attraction du tube. En plongeant différens tubes dans un vase d'eau colorée, vous verrez que l'eau s'élève plus haut dans les petits tubes que dans les grands, dans la proportion exacte de la

petitesse de leurs calibres comparés à ceux des plus grands. L'eau s'élevera et se maintiendra à un quart de pouce dans un tube dont le diamètre n'a qu'un 8e de pouce.

Cette espèce d'attraction se démontre au mieux, en prenant (*pl.1, fig. 5*) deux carreaux de verre que l'on applique l'un contre l'autre au côté BC, et que l'on tient un peu ouverts au côté opposé AD par une petite rondelle de liége E. Dans cette position, si vous les immergez dans une jarre ou cuvette d'eau colorée FG, vous

observerez alors que l'attraction du verre près BC fera monter l'eau à B, tandis qu'à la partie D elle s'élevera à peine au-dessus de l'eau.

CHARLES.

Je vois, en effet, qu'il se forme une courbe par l'eau.

LE PÈRE.

Il y en a effectivement une à laquelle appartiennent différentes propriétés très-curieuses, que vous pourrez trouver vous-mêmes par la suite.

EMMA.

N'est-ce pas d'après le prin-

cipe de l'attraction que les menuisiers et les ébénistes collent leurs bois ensemble ?

LE PÈRE.

Oui, c'est d'après ce principe que les menuisiers et les ébénistes font usage de la colle ; que les mécaniciens et les plombiers soudent leurs métaux ; que les forgerons unissent différentes barres de fer par le feu. Ces opérations, et une infinité d'autres, dont nous sommes journellement témoins, dépendent du même principe que celui qui a porté votre maman à se servir de blanc de céruse

pour raccommoder sa soucoupe; et je saisirai cette occasion de vous dire ici que, quoique l'on emploie souvent le blanc de céruse comme ciment pour raccommoder la porcelaine cassée, la terre et la faïence, si l'on se sert ensuite de ces vaisseaux, ce ciment devient dangereux, parce que le blanc de céruse est un poison fort actif. Feu le docteur *Ingenhouz*, très-habile et très-ingénieux physicien, en a découvert un plus fort; c'est de lui, au moins, que je le tiens. Il consiste dans un mélange de chaux vive et de fromage de

Glocuester (*) mêlés dans de l'eau chaude, et pétris jusqu'à une consistance convenable.

EMMA.

Comment! est-ce que decélèbres physiciens, de la réputation du docteur *Ingenhouz*, s'attachent à de si petites bagatelles?

LE PÈRE.

C'était un homme profondément versé dans un grand nombre de sciences, et j'espère qu'Emma et son frère prendront quelque jour connaissance de ses importantes décou-

(*) Ce fromage ressemble beaucoup à celui de Roquefort.

vertes. Il n'est pas de véritable physicien qui regarde au-dessous de son attention d'ajouter aux commodités de la vie.

CHARLES.

Cette attraction de cohésion semble parcourir le système entier de la nature.

LE PÈRE.

Elle le fait effectivement ; mais vous n'oublierez pas qu'elle n'agit qu'à de très-petites distances. Il est bon aussi de vous dire qu'il est des corps qui possèdent l'inverse de cette attraction de cohésion.

CHARLES.

Qu'est-ce que cette qualité, papa?

LE PÈRE.

On l'appelle *répulsion;* ainsi l'eau repousse la plupart des corps, jusqu'à ce qu'ils soient humides. Une très-petite aiguille, placée avec précaution sur de l'eau, nagera à sa surface. Des mouches se promènent très-souvent sur ce liquide, sans se mouiller les pieds. Les gouttes de rosée qui paraissent le matin sur les plantes, particulièrement sur les choux, prennent une forme globulaire,

à raison de l'attraction mutuelle qui existe entre les particules de l'eau; et, si on les examine de près, on reconnaîtra que ces gouttes d'eau ne touchent pas aux feuilles, mais qu'elles roulent dessus en corps compacte, ce qui n'arriverait pas, s'il existait quelque degré d'attraction entre l'eau et ces feuilles.

Si l'on étend une lame très-mince de fer sur du vif-argent, la répulsion qui existe entre ces différens métaux fera que la surface du mercure qui est près du fer, se trouvera déprimée.

La force répulsive d'un flui-

de est très - petite; c'est pourquoi, si l'on divise ce fluide, il se réunit facilement; mais si on brise du verre, ou quelque substance dure, on ne peut plus en faire adhérer les parties, sans commencer par les humecter, la répulsion se trouvant trop forte pour admettre leur réunion.

La force répulsive entre l'eau et l'huile est pareillement si grande, qu'il n'est pas possible de les mêler de manière à ne pouvoir pas les séparer ensuite. Si l'on trempe dans l'huile une boule de bois léger, et qu'on la

mette ensuite dans l'eau, l'eau se retirera de manière à former un petit canal autour de la boule.

CHARLES.

Pourquoi la canne, l'osier et beaucoup d'autres choses, se laissent-elles ployer sans se rompre, et reprennent-elles leur forme originelle lorsqu'elles sont remises en liberté ?

LE PÈRE.

Une plaque d'étain très-mince, une bande d'acier et une tige de canne, recouvrent leur forme primitive, après avoir

été pliées, à raison d'une certaine puissance dont elles sont douées, et qu'on appelle *élasticité*, qui procède peut-être de ce que les particules de ces corps, quoique dérangées, ne sont pas tirées hors de leur sphère respective d'attraction. C'est pour cette raison que, lorsque la force cesse d'agir sur elles, elles reprennent leur première position. Mais notre demi-heure est expirée, il faut que je vous laisse.

DIALOGUE V.

De l'attraction de gravité, ou de gravitation.

LE PÈRE.

Nous allons maintenant passer à l'explication d'un autre principe qui joue un rôle très-important dans la nature, *l'attraction de gravitation*, ou, comme on l'appelle assez ordinairement, *de gravité*, laquelle est cette puissance qui fait que des corps éloignés ten-

dent les uns vers les autres. Nous en avons perpétuellement sous nos yeux des exemples dans la chute des graves vers la terre.

CHARLES.

Je dois donc entendre que, lorsqu'une boule de marbre tombe de ma main, ou une tuile des toits, ou enfin qu'une pomme se détache de l'arbre, ces effets sont causés par *l'attraction de gravité* ?

LE PÈRE.

C'est par cette puissance, généralement exprimée par le ter-

me de *gravité*, que tous les corps quelconques ont une tendance vers la terre, et qu'ils tombent dans une ligne presque perpendiculaire à sa surface, à moins qu'ils ne soient soutenus.

EMMA.

Mais la fumée, la vapeur et les autres corps légers que nous voyons s'élever dans l'air, ne sont-ils pas une exception à la règle générale?

LE PÈRE.

C'est l'idée que nous nous formons au premier coup-d'œil,

et il était autrefois généralement reçu que la fumée, la vapeur et autres corps légers, n'avaient pas de pesanteur. La découverte de la machine pneumatique a démontré, de la manière la plus évidente, la fausseté de cette opinion; car, dans un récipient épuisé d'air, c'est-à-dire, dans lequel on a fait le vide par le moyen de la machine pneumatique, la fumée et la vapeur sont forcées de descendre par leur propre poids, comme un morceau de plomb. Lorsque nous converserons sur la pneumatique et l'hydrosta-

tique, vous comprendrez facilement que la raison pour laquelle la fumée et les autres corps légers s'élèvent dans l'air, provient purement et simplement de ce qu'ils sont moins pesans que l'atmosphère dont ils sont environnés, et que, du moment qu'ils parviennent à cette partie de la région éthérée qui a la même gravité spécifique qu'eux, ils cessent de s'élever.

CHARLES.

C'est donc par cette puissance que tous les corps terres-

tres demeurent attachés vers la terre ?

LE PÈRE.

C'est par la gravité que tous les corps répandus sur toutes les parties de la terre qui, comme vous le savez, est d'une forme sphérique, sont tenus à sa surface, parce qu'ils tendent tous au centre, n'importe dans quelle partie du globe ils se trouvent placés; et, puisqu'ils tendent tous au centre, c'est par cette raison que les habitans de la Nouvelle-Zélande, quoique presqu'opposés à nos pieds, se tiennent debout aussi

fermement que nous le faisons dans la Grande-Bretagne.

CHARLES.

Ceci est difficile à comprendre. Cependant, si tous les corps placés sur toutes les parties de la surface de la terre, ont une tendance vers le centre, je ne vois pas de raison pour laquelle ils ne se tiendraient pas d'une manière aussi ferme sur les unes que sur les autres. Les lois de la pesanteur agissent-elles également sur tous les corps ?

LE PÈRE.

Elles agissent de même sur

tous, sans avoir égard à leur figure et à leur grosseur ; car l'attraction opère sur les corps en proportion de la quantité de matière qu'ils contiennent, c'est-à-dire qu'il s'exerce une force de gravité 4 fois plus considérable sur un poids de 4 livres que sur un corps d'une seule livre. La conséquence de ce principe est que tous les corps situés à des distances égales de la terre, tombent avec une égale vélocité.

EMMA.

Qu'entendez-vous, mon papa, par vélocité?

LE PÈRE.

Je vais vous l'expliquer par un exemple ou deux. Si vous et Charles vous partez ensemble, et que vous, Emma, parcouriez l'espace d'un mille en une demi-heure, tandis qu'il décrira deux milles dans le même intervalle de temps, combien croyez-vous qu'il aura été plus vite que vous ?

EMMA.

Il aura été deux fois aussi vite.

LE PÈRE.

Vous avez raison; il a effec-

tivement parcouru deux fois autant d'espace que vous; nous disons donc que sa vélocité a été du double de la vôtre.

Supposez qu'un boulet de canon traverse en une seconde un espace de 800 pieds, et que dans ce même intervalle de temps la flèche de votre frère n'en traverse que 100, de combien le boulet de canon aura-t-il été plus vite que la flèche ?

EMMA.

Il aura été huit fois aussi vite.

LE PÈRE.

Hé bien ! il a donc 8 fois la vélocité de la flèche. Vous devez donc conclure de là que *vitesse* et *vélocité* sont des termes synonymes, et que la vélocité d'un corps se mesure par l'espace qu'il traverse dans un temps donné, comme une seconde, une minute, une heure.

EMMA.

Si je laisse tomber une pièce de métal, comme un gros sou, par exemple, le gros sou touchera à terre bien plus promptement que la plume. Or, com-

ment pouvez-vous expliquer cette différence dans les effets, puisque tous les corps sont également soumis à la loi de la gravitation, et descendent avec d'égales vitesses, lorsqu'ils sont à la même distance de la terre ?

LE PÈRE.

Quoique le gros sou et la plume ne tombent pas en plein air avec la même vitesse, cependant, si on épuise l'air, ce qui se fait très-facilement par un petit appareil joint à la machine pneumatique, ils descen-

dront dans le même temps. La véritable raison pour laquelle les corps légers et pesans ne tombent pas avec la même vélocité, provient donc de ce que les *premiers* éprouvent, proportionnellement à leur poids, plus de résistance de l'air que les *derniers*.

CHARLES.

En ce cas, c'est, par la même raison que, si je laisse tomber un penny et un morceau de bois léger dans un vase d'eau, le penny ira au fond, tandis que le bois,

après s'être un peu enfoncé, se relevera à la surface.

LE PÈRE.

Dans cette circonstance, le milieu qui offre de la résistance est de l'eau au lieu d'air; et, comme le cuivre est environ neuf fois plus pesant que son volume d'eau, il tombe au fond sans éprouver, en apparence, aucune opposition; mais le bois, qui est infiniment plus léger que l'eau, ne peut s'enfoncer dans ce fluide. Ainsi, quoique par la force de son mouvement le bois pénètre le liquide à une pe-

tite distance, aussitôt que le milieu résistant a triomphé de cet effort, il se relève à la surface, à raison de ce qu'il est le plus léger.

DIALOGUE VI.

De l'attraction de gravité

EMMA.

L'EXPRESSION de *mouvement*, que vous avez employée hier, est un autre mot que je n'entends pas.

LE PÈRE.

Si vous avez compris ce que je vous ai dit relativement à la vitesse des corps mouvans, vous expliquerez facilement ce que veut dire le mot *mouvement*.

Le mouvement ou la force mouvante d'un corps est son poids multiplié par sa vitesse. Vous pouvez, par exemple, poser ce poids d'une livre sur une assiette de porcelaine sans craindre de la casser ; mais, si vous le laissez tomber, de la hauteur seulement de quelques pouces, il la brisera en mille morceaux. Dans le premier cas, l'assiette n'a à supporter que le poids d'une livre ; dans le second, ce poids doit être multiplié par la vitesse, ou, pour me servir d'une expression plus intelligible, par la distance de

la hauteur dont il est tombé.

Si une boule *a* (*pl. 1, fig. 6*), appuie contre l'obstacle *b*, elle n'a pas assez de force pour le renverser; mais, si on la place en *c*, et qu'on la laisse rouler le long du plan incliné AB contre *b*, elle le forcera, à coup-sûr, de céder. Dans le premier cas, *b* n'a à résister qu'au poids *a*; dans le second, il a à résister à ce même poids multiplié par son mouvement ou par sa vitesse.

CHARLES.

Ainsi donc, le mouvement d'un petit corps, dont la vitesse

est très-grande, peut être égal à celui d'un très-grand corps doué de très-peu de vitesse ?

LE PÈRE.

Cela est vrai, et vous voyez maintenant la raison pour laquelle ces immenses béliers, employés à la guerre, par les anciens, pour abattre les murs des villes, ont été remplacés par le boulet de canon qui ne pèse que quelques livres.

CHARLES.

Je le comprends très-bien, car ce qui manque en pesanteur est remplacé ici par la vitesse.

LE PÈRE.

Pourriez-vous me dire quelle vitesse doit avoir un boulet de canon de 28 livres pour produire le même effet qu'un bélier du poids de 15,000, et que la force des bras ne pourrait faire mouvoir que de deux pieds par chaque seconde ?

CHARLES.

Je crois que oui. L'effort du bélier peut s'estimer par son poids multiplié par l'espace parcouru en une seconde : or cet effort de 15,000, multipliés par deux pieds, égalent

30,000; si cet effort, qui doit être aussi celui d'un boulet de canon ordinaire, est divisé par le poids du boulet, il donnera la vitesse requise, c'est-à-dire que 30,000 divisés par 28 donneront un quotient d'environ 1,072, équivalant au nombre de pieds que le boulet de canon doit traverser en une seconde pour que les efforts du bélier et du boulet de canon soient égaux, ou, en d'autres termes, pour qu'ils puissent produire le même effet sur le mur de l'ennemi qu'ils battent en brèche.

EMMA.

Je sens fort bien maintenant ce que c'est que le mouvement ou la force mouvante d'un corps ; car si je laisse, par accident, tomber sur mon pied une bille d'ivoire, elle me cause beaucoup plus de douleur que la simple pression d'un poids infiniment plus pesant.

LE PÈRE.

Si vous laissez tomber un poids d'une livre, ou de cent livres, de la hauteur seulement d'un pouce et un quart, il frappera le parquet avec une force

égale au double de sa pesanteur ; et si vous le laissez tomber de quatre fois cette hauteur, ou de cinq pouces, il produira le double de cet effet. S'il tombe de neuf fois cette hauteur, ou de douze pouces et un quart, il produira le triple de cet effet. En tombant de seize fois cette hauteur, ou de vingt pouces, il produira le quadruple de l'effet; et ainsi de suite. Il est certain, d'après cela, que si vous laissez échapper la bille de vos mains à la hauteur de vingt-huit pouces seulement, elle vous causera huit fois plus de dou-

leur que la simple pression de son poids.

CHARLES.

Si l'attraction de gravitation est une puissance par laquelle les corps en général tendent les uns vers les autres, pourquoi tous les corps tendent-ils vers la terre comme vers leur centre?

LE PÈRE.

Je vous ai déjà dit que, d'après la grande loi de la gravitation, l'attraction de tous les corps agit proportionnellement à la quantité de matière qu'ils contiennent; or la terre ayant

une grosseur immense, en comparaison de toutes les autres substances qui l'avoisinent, elle détruit les effets de cette attraction entre des corps plus petits, en les attirant tous à elle. Si on laisse tomber deux boules d'une tour élevée, à une petite distance l'une de l'autre, quoiqu'elles aient une attraction mutuelle, cette attraction ne sera rien en comparaison de celle par laquelle elles sont poussées vers la terre; ainsi la tendance réciproque qu'elles ont à s'approcher l'une contre l'autre ne sera pas aperçue dans leur

chute. Si cependant deux corps étaient placés dans un espace libre, et hors de la sphère de l'attraction de la terre, ils tomberaient l'un vers l'autre, et cela avec un accroissement de vitesse d'autant plus considérable qu'ils approcheraient plus l'un de l'autre. Si les corps étaient égaux ils se rencontreraient au point qui tient le milieu entre eux deux; mais, s'ils étaient inégaux, ils se rencontreraient à une distance d'autant plus rapprochée du plus gros, que celui-ci contiendrait une quantité de matière plus forte que l'autre.

CHARLES.

D'après cela, la terre doit autant s'avancer des corps qui tombent, que ces corps s'approchent d'elle.

LE PÈRE.

Elle doit le faire effectivement, et, en théorie, elle le fait réellement; mais si vous calculez combien de millions de fois la terre est plus grosse que tous les êtres qui lui appartiennent; si vous considérez encore les petites distances desquelles les corps peuvent tomber, vous reconnaîtrez que le

point où les corps tombans et la terre se rencontrent n'est éloigné qu'à une distance infiniment petite de sa surface, distance beaucoup trop imperceptible pour être conçue par l'imagination de l'homme.

Nous nous résumerons demain sur le sujet de la gravitation des corps.

DIALOGUE VII.

De l'attraction de gravitation.

EMMA.

L'ATTRACTION de gravité, papa, est-elle la même sur tous les corps, quelle que soit leur distance de la terre?

LE PÈRE.

Non; cette puissance, comme toutes celles qui procèdent d'un centre, diminue à mesure

que le carré des distances de ce centre augmente.

EMMA.

Je crains bien de ne pas entendre ceci, à moins que vous ne me l'expliquiez par des exemples.

LE PÈRE.

Supposons que vous lisiez à la distance d'un pied d'une chandelle, et que vous receviez une certaine quantité de lumière sur votre livre, si vous vous éloignez de cette lumière à la distance de deux pieds, vous jouirez, d'après la loi que

je viens d'établir, de quatre fois moins de lumière que vous n'en aviez auparavant. Dans ce cas donc, quoique vous n'ayez augmenté votre distance que de deux fois, la lumière est diminuée de quatre, parce que quatre est le carré de deux, ou deux multiplié par lui-même. Si, au lieu de vous éloigner de deux pieds de la chandelle, vous vous fixez à une distance de 3, 4, 5 ou 6 pieds, vous recevrez, à ces différentes distances, 9, 16, 25, 36 fois moins de lumière que lorsque vous n'étiez qu'à un pied de la chandelle, parce que

ces quantités, comme vous le savez, sont les carrés des nombres 3, 4, 5 et 6. Le même principe est applicable à la chaleur communiquée par le feu. Une personne qui n'est éloignée que d'une toise, éprouvera quatre fois autant de chaleur que celle qui s'en tient à deux toises, et neuf fois plus que celle qui en est éloignée de la distance de trois toises.

CHARLES.

Est-ce que l'attraction de gravité est quatre fois moindre à la distance d'une toise de la

terre qu'elle ne l'est à sa surface?

LE PÈRE.

Non; quelle que soit la cause de l'attraction, que jusqu'à présent l'on n'a pas pu découvrir, elle agit du *centre* de la terre, et non de sa surface, et c'est la raison pour laquelle la différence de la force de gravité ne peut s'apercevoir aux petites distances où nous pouvons avoir accès; car un mille ou deux de hauteur, qui forment une élévation beaucoup plus considérable que celle à laquelle nous pouvons faire des

expériences, n'est rien en comparaison de 4000 milles qui forment la distance du centre à la surface de la terre; mais, si nous pouvions nous élever à 4000 milles au-dessus de la terre, et être par conséquent à une distance double de celle à laquelle nous nous trouvons du centre, nous reconnaîtrions alors que la force attractive n'est que d'un quart de celle qui existe ici; ou, dans d'autres termes, qu'un corps qui, à la surface de la terre, pèse une livre, et qui, par la force de gravité, parcourt, en tombant, 16

pieds (*) en une seconde, pèserait à 4000 milles au-dessus de la terre un quarteron, et ne descendrait que de 4 pieds en une seconde.

CHARLES.

Comment peut-on savoir cela, papa? personne n'y a jamais été.

LE PÈRE.

Vous avez raison; car Montgolfier, Charles, Lunardi, Blanchard et Garnerin, qui

(*) 16 pieds anglais équivalent à 15 pieds $\frac{1}{4}$ de France, et dans les cours de physique on néglige la fraction.

ont étonné l'univers par leur ascension dans des aérostats, ne se sont élevés qu'à une très-petite hauteur en comparaison de celle dont nous parlons. Quoi qu'il en soit, je vais chercher à vous expliquer de quelle manière les physiciens sont parvenus à la connaissance qu'ils ont sur ce sujet.

La lune est un corps pesant, uni à la terre par l'attraction de gravité, et les plus exactes observations ont démontré qu'elle obéit aux mêmes lois que les autres corps pesans. Sa hauteur est aussi très-connue; elle est

d'environ 240,000 milles, ou égale à envion soixante diamètres de la terre; par conséquent l'attraction de la terre sur la lune doit diminuer en raison du carré de cette distance, c'est-à-dire qu'elle doit être de 60 fois 60 fois, ou de 3,600 fois moindre vers la lune qu'elle ne l'est vers la surface de la terre, et c'est ce qui a été effectivement prouvé.

Un autre effet encore reconnu, c'est que la terre n'est pas une sphère parfaite, mais un sphéroïde qui a la forme d'une orange un peu applatie à deux

de ses extrémités appelées pôles. La distance du centre aux pôles est moindre d'environ 17 à 18 milles que la distance du centre à l'équateur. Les corps doivent être, par conséquent, plus pesans près des pôles qu'ils ne le sont à l'équateur. On infère de là que l'attraction de gravité varie à toutes les distances du centre de la terre, à proportion que les carrés de ces distances vont en augmentant.

CHARLES.

Il est étonnant que les physiciens, qui ont trouvé tant de

choses, n'aient pas pu découvrir la cause de la gravitation des corps. Est-ce que si on eût demandé à sir Isaac Neuton la raison pour laquelle un globe de marbre qui nous échappe de la main, tombe à terre, il n'aurait pas pu le dire ?

LE PÈRE.

Ce grand homme, le plus grand homme peut-être dont le monde entier puisse s'honorer, était aussi modeste qu'il était profondément instruit, et il vous eût dit qu'il en ignorait la cause.

Le savant docteur *Price* adresse à ses lecteurs cette demande dans un ouvrage qu'il a publié il y a quinze ans: « Quel est celui qui ne se rappelle pas un temps où il eût été surpris de cette question : *Pourquoi l'eau coule-t-elle le long d'une colline?* Quel est l'être ignorant qui n'est pas intimement persuadé qu'il comprend parfaitement ce phénomène? Mais tous les hommes éclairés savent que c'est un problème qui ne peut pas se résoudre ; car la chute de l'eau, comme celle des autres corps pesans, dé-

pend de l'attraction de gravité, dont la cause est encore ensevelie dans les plus épaisses ténèbres. »

EMMA.

Vous venez de nous dire, papa, que les corps pesans tombent, à raison de la force de la gravitation, de 16 pieds (*) dans une seconde; ce cas a-t-il toujours lieu ?

LE PÈRE.

Oui, tous les corps près de la surface de la terre parcourent

(*) Ne pas perdre de vue que c'est 15 pieds de France, sans compter la fraction.

cet espace dans la première seconde de temps; mais, comme l'attraction de gravité continue toujours d'agir, la vitesse des corps tombans va toujours en augmentant, et c'est ce qu'on appelle une vitesse accélérée. Il est démontré, par des expériences très-exactes, qu'un corps qui descend d'une hauteur considérable, par la force de la gravité, tombe de 16 pieds dans la première seconde de temps; de trois fois 16 pieds dans la suivante; cinq fois 16 pieds dans la troisième; sept fois 16 pieds dans la quatriè-

me seconde de temps ; et ainsi de suite, en augmentant toujours par les mêmes nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, etc.

FIN DU PREMIER VOLUME.